

1 多摩川上流に植栽された秋田スギ 20 年
生林分の生育状況

岩 波 基 樹

松 下 正 俊

1. はじめに

多摩川上流の東京都水道局水源林事務所管内の森林には20年生(1964年春植栽)の秋田スギの林分が3ヶ所ある。この林分は、水源林事務所が比較的標高の高い地域での人工造林を行う場合、寒害や雪害など諸害に対する耐性を考慮し、裏日本系の秋田スギの導入を図り造林を試みたものである。

今回、水源林事務所の厚意により、この林分を調査する機会を得たので、その結果を報告する。なお、秋田スギに隣接した場所に同令の地スギの林分があったので、この林分も同時に調査した。

秋田スギの品種は、遺伝的に固定された状態をあげることがむずかしい(宮島 1983)とされており、品種として固定されたものではない。しかし、今回調査した秋田スギは、秋田地方(秋田県能代)から導入した苗木を植栽したもので、在来品種として位置づけできるものと考えられる。したがって、ここでは秋田スギとして取り扱った。また、対照として調査した地スギは、当地方で慣習的に生産された実生のスギであり、これも品種として固定されたものではない。

2. 調査地

調査地は、図1に示す水源林事務所管内の氷川、小菅および丹波山分区の3ヶ所である。これらの調査地はいずれの林分とも標高が1,000 m以上に位置していた。

表1は、調査地の概要を示したものである。また、氷川は再造林地、小菅と丹波は拡大造林地であった。

3. 調査方法

現地調査は1984年11月に行なった。調査方法は、いずれの調査地とも秋田スギ50~60本、地スギ30~40本を目途に、樹高と胸高直径を毎木調査した。その後、ポケットコンパスで周囲を測量し、調査地の

表1 調査林分の概況

場所	種 類	標 高	方 位	傾 斜	土壌型
氷 川	秋田スギ	1,055 m	N 20°W	20°	BD型
	地 ス ギ	1,040 ~ 1,070	N 10°E	20°	"
小 菅	秋田スギ	1,180	N 60°W	41°	"
	地 ス ギ	1,160 ~ 1,200	S 60°W	38°	"
丹 波	秋田スギ	1,015	S 60°E	40°	"
	地 ス ギ	930 ~ 1,100	S 45°E	35°	"

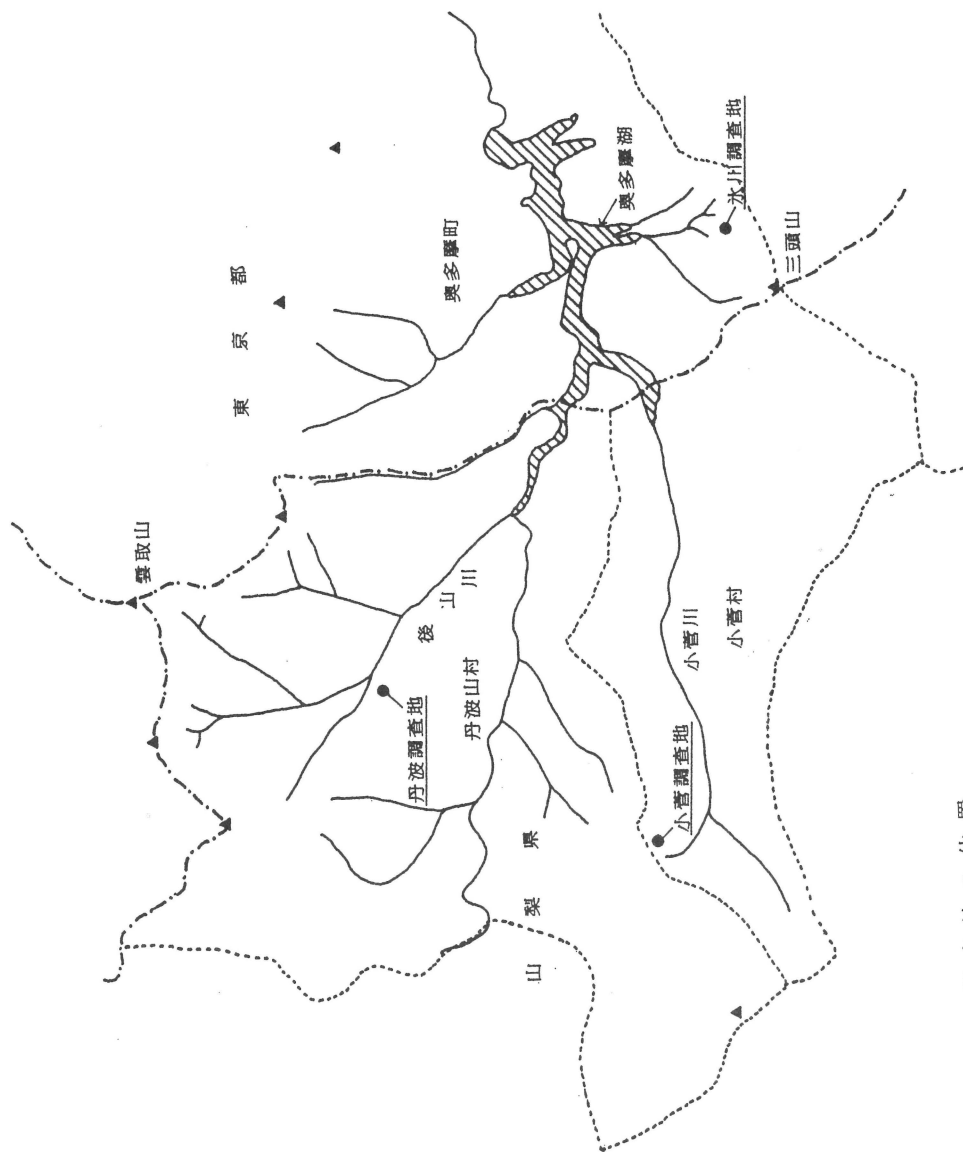


図1 調査地の位置

面積を求めた。

なお、胸高直径は、胸高周囲を測定し、直径に換算して求めた。樹高は、測竿を使用して測定した。

4. 調査林分の手入れ経過

図2は、今回調査した林分の過去の手入れ経過を、水源林事務所の資料に基づいて、示したものである。なお、手入れの経過は、いずれの調査地とも秋田スギ、地スギは同様であった。

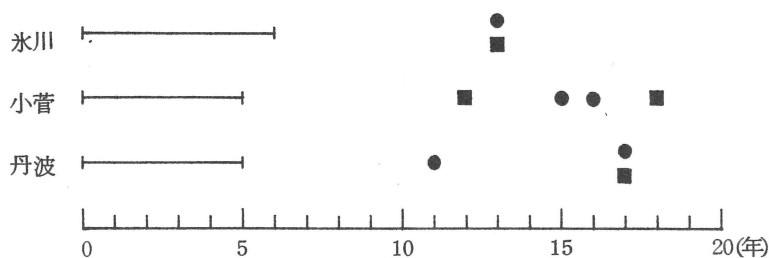


図2 調査地別林分の手入経過

— : 下刈 ● : 除伐 ■ : 枝打

5. 調査結果と考察

5-1 調査地間の比較

秋田スギと地スギについて、それぞれの種類ごとに調査地間の生長比較を行った。

上長生長（樹高）は、秋田スギ、地スギとも丹波＞小菅＞氷川の順であり、t検定による平均値の差の検定結果（表2）でもそれぞれ有意な差がみられた。

肥大生長（胸高直径）は、t検定の結果（表2）、秋田スギでは、丹波＝小菅＞氷川、地スギでは、丹波＞小菅＞氷川の順であった。

これらの結果をそれぞれの調査地の立地環境（標高、傾

表2 調査地間の比較（t検定結果）

調査地間	樹 高		胸 高 直 径	
	秋田スギ	地 ス ギ	秋田スギ	地 ス ギ
氷川 - 小菅	11.161	17.465	12.236	9.849
氷川 - 丹波	20.751	26.797	11.483	15.177
小菅 - 丹波	11.536	9.567	0.516	5.168

（注） 小菅－丹波の胸高直径をのぞき有意差あり
（5%の範囲）

斜など)と対比して検討すると、つぎのとおりであった。

調査地の平均標高は、最も高い小菅が1,180 m、ついで氷川が1,055 m、最も低い丹波でも1,015 mで大きな差はみられなかった。傾斜は、氷川が20度とやや緩かったが、小菅や丹波は35~41度と急峻であった。土壌型は、いずれの調査地ともBD型で、堆積様式は匍行土であった。方位は、氷川が北、小菅が西、丹波が南東であった。図3は、方位と生長の関係を示したものである。南東に面した丹波の生長が良く、北向き斜面の氷川の生長が悪い傾向

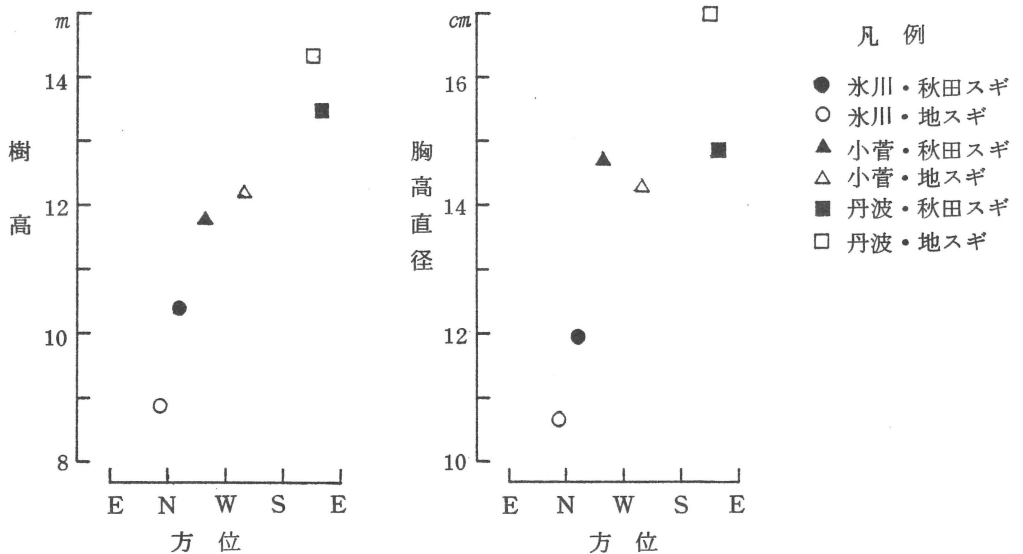


図3 斜面方位と生長の関係

がみられた。このように、さまざまな立地環境の中で、斜面の向き(方位)の違いによる生長差がみられたことは、大変興味深い。

林分の測定結果をみると、林分密度は、いずれの調査地の秋田スギ、地スギとも約2,500本/haで、調査地による差はみられなかった。胸高断面積合計は、肥大生長の良い丹波の地スギが59.7 m²/haと高く、東京都の三多摩地域のスギ林分収穫表(西垣ら:1980)の1等地(46.2 m²/ha)より著しく高い値であった。丹波の秋田スギや小菅の秋田スギ、地スギは収穫表の1等地と2等地の間で、氷川は3等地に近い値であった。

また、氷川は再造林地、小菅と丹波は拡大造林地であり、小菅や丹波は氷川に比べて潜在生産力が高かったものと考えられ、調査地間に生じた生長差の大きな要因の一つであると考えられた。

5-2 調査地別比較

氷川

表3は、氷川の秋田スギと地スギの林分調査結果を示したものである。立木密度は、秋田スギ2,524本/ha、地スギ2,552本/haで、同程度であった。平均樹高は、秋田スギ10.37 ± 1.38 m、地スギ8.92 ± 1.46 m、平均胸高直径は、秋田スギ11.97 ± 2.18 cm、地スギ10.65 ± 1.95 cmであった。平均樹高と平均胸高直径の結果に基づいて、それぞれt検定により平均値の差の検定を行ったところ、樹高、胸高直径とも有意な差がみられ、秋田スギの生長が良い結果であった。胸高断面積合計は、肥大生長の良い秋田スギのほうが地スギより25%程度多かった。材積は、秋田スギのほうが38%多かった。なお、材積の求め方については後で述べる。

表-3 林分調査結果（氷川）

区分 種類	調査 面積 (m ²)	調査 本数 (本)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	ha 当り		
					本数 (本)	胸高断面積 合計 (m ²)	材積 (m ³)
秋田スギ	206	52	10.37 8.00 ~ 14.20	11.97 7.50 ~ 16.00	2,524	29.3	164
地スギ	145	37	8.92 4.90 ~ 12.30	10.65 6.00 ~ 14.50	2,552	23.5	119

図4は、樹高(H)と胸高直径(D)およびD²H(胸高直径の2乗×樹高)の頻度分布を示したものである。頻度分布の分布型は、林分を構成する個体の相互作用を知るうえで、重要な情報をもたらすものと考えられている(穂積1973)。また、D²Hは、一般に材積や個体重との相関が高い因子であり、D²Hの頻度分布は個体の量的な分布型を把握できるものである。なお、頻度分布のクラス幅は、次式によって求めた。

$$\text{階級幅} = \{ (\text{最大の値} + \alpha) - (\text{最小の値} - \alpha) \} / \text{階級数}$$

ただし、 α ：有効桁数の $\frac{1}{2}$ 、階級数：秋田スギ6、地スギ5とした。

過去の林分の手入過程で、除・間伐の際にどのサイズの個体を伐採したか不明であるが、20年目では図4に示すような、樹高、胸高直径などの頻度分布の型がみられた。樹高の分布は、秋田スギではモードが左(樹高が低い階級)に偏り、地スギでは右(樹高が高い階級)に偏る正反対な分布型を示した。胸高直径は、秋田スギ、地スギともモードが中央付近にあり、正規分布を示していた。量的分布の指標であるD²Hは、秋田スギではモードが左に偏り、ややL型化しつつあるが、地スギではモードが中央にあり、秋田スギに比べて大きさのそろった個体の比率が高かった。

小菅

表4は、小菅の秋田スギと地スギの林分調査結果を示したものである。立木密度は、秋田スギ2,542本/ha、地スギ2,581本/haで、同程度であった。平均樹高は、秋田スギ 11.80 ± 1.61 m、地スギ 12.18 ± 1.31 m、平均胸高直径は、秋田スギ 14.65 ± 2.52 cm、地スギ 14.26 ± 2.83 cmであった。この結果を氷川と同様に平均樹高と平均胸高直径をそれぞれt検定し、平均値の差の検定を行ったところ、樹高、胸高直径とも有意な差がみられなかった。また、胸高断面積合計や材積でも、秋田スギと地スギの間には顕著な差がみられなかった。

図5は、樹高と胸高直径および D^2H の頻度分布を示したものである。なお、頻度分布の求め方は氷川と同様で

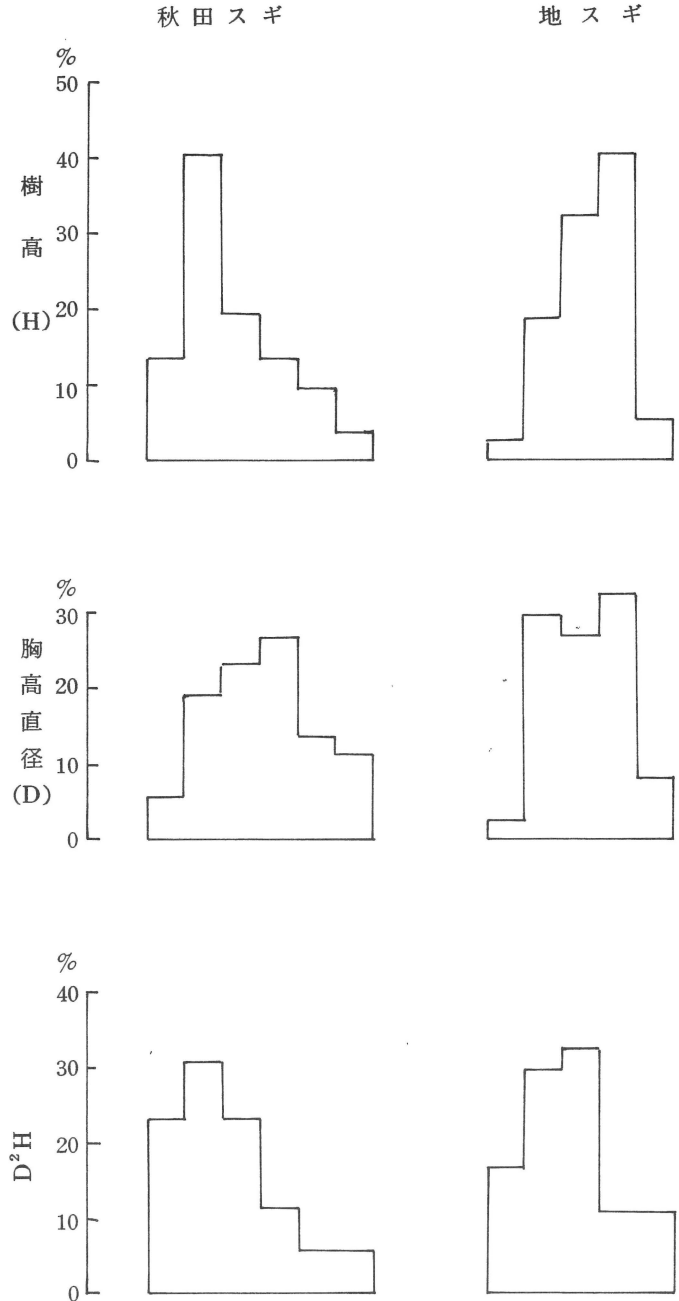


図4 頻度分布（氷川）

表-4 林分調査結果（小菅）

区分 種類	調査 面積 (m^2)	調査 本数 (本)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	ha 当り		
					本数 (本)	胸高断面積 合計 (m^2)	材積 (m^3)
秋田スギ	236	60	$\frac{11.80}{7.75 \sim 15.30}$	$\frac{14.65}{8.50 \sim 19.90}$	2,542	44.6	285
地スギ	124	32	$\frac{12.18}{9.40 \sim 14.50}$	$\frac{14.26}{9.30 \sim 20.70}$	2,581	42.8	282

ある。樹高や胸高直径は、秋田スギ、地スギともほぼ中高型の正規分布を示していた。しかし、 D^2H は両者ともモードが左に偏り、L型化しつつあった。このように、樹高や胸高直径のような一次の量の分布型にかかわらず、林分内での個体の量的な分布型には、林木相互の優劣関係が現われていると考えられた。

丹波

表5は、丹波の秋田スギと地スギの林分調査結果を示したものである。立木密度は、秋田スギ2,565本/ha、地スギ2,560本/haで、ほぼ同程度であった。平均樹高は、秋田スギ13.47±1.80m、地スギ14.28±1.37m、平均胸高直径は、秋田スギ14.81±2.97cm、地スギ16.97±3.06cmであった。平均樹高と平均胸高直径の結果に基づいて、それぞれt検定により平均値の差の検定を行ったところ、樹高、胸高直径とも有意な差がみられ、氷川とは逆に地スギの生長が

表-5 林分調査結果（丹波）

区分 種類	調査 面積 (m^2)	調査 本数 (本)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	ha 当り		
					本数 (本)	胸高断面積 合計 (m^2)	材積 (m^3)
秋田スギ	234	60	$\frac{13.47}{9.40 \sim 18.70}$	$\frac{14.81}{9.20 \sim 23.0}$	2,565	45.9	336
地スギ	125	32	$\frac{14.28}{11.00 \sim 16.30}$	$\frac{16.97}{12.00 \sim 24.40}$	2,560	59.7	453

良い結果であった。胸高断面積合計や材積は、秋田スギ、地スギとも20年生林分としては多かった。また、地スギは秋田スギに比べて胸高断面積合計で30%、材積で35%多かった。

図6は、樹高と胸高直径および D^2H の頻度分布を示したものである。なお、頻度分布の求め方は氷川や小菅と同様である。樹高は、秋田スギ、地スギともモードが右に偏り、樹高の高い階級の割合が多く、いわゆる背ぞろいの傾向が見受けられた。胸高直径は、樹高の分布型とは反対に、秋田スギ、地スギともモードが左に寄り直径の小さい階級の割合が多かった。 D^2H は、秋田スギ、地スギともモードが左に偏り、L型の分布型を示しつつあった。 D^2H の分布型のL型化の程度は、氷川、小菅に比べて丹波が最

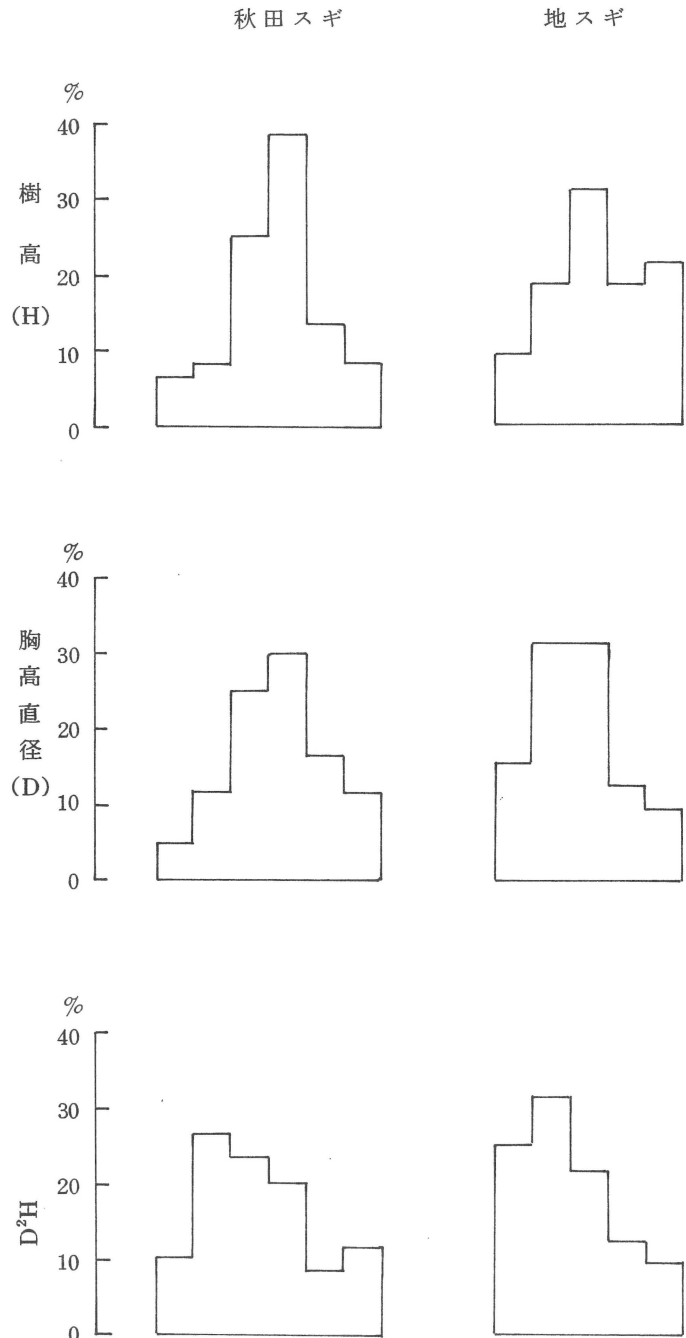


図5 頻度分布 (小菅)

も強く、林木相互に強い干渉があると思われ、林分としては不安定な状態であると考えられた。

このように、秋田スギと地スギの生長は、植栽された場所によって異なり、一定の傾向を示さなかった。この原因は、植栽された場所の微細な立地環境の違いや過去の林分の取り扱い方、秋田スギの樹種特性など、多くの要因を含んでいるものと考えられた。

5-3 樹幹解析結果

(1) D^2H と材積の関係

個体の生長する2つの量 x と y の間に、両対数直線関係が成り立つとき、 x 、 y は相対生長関係 $\{ \log y = b \log x + \log a \ (b, a : \text{定数}) \}$ にあるとされており、一般に林木の材積と D^2H の間にも

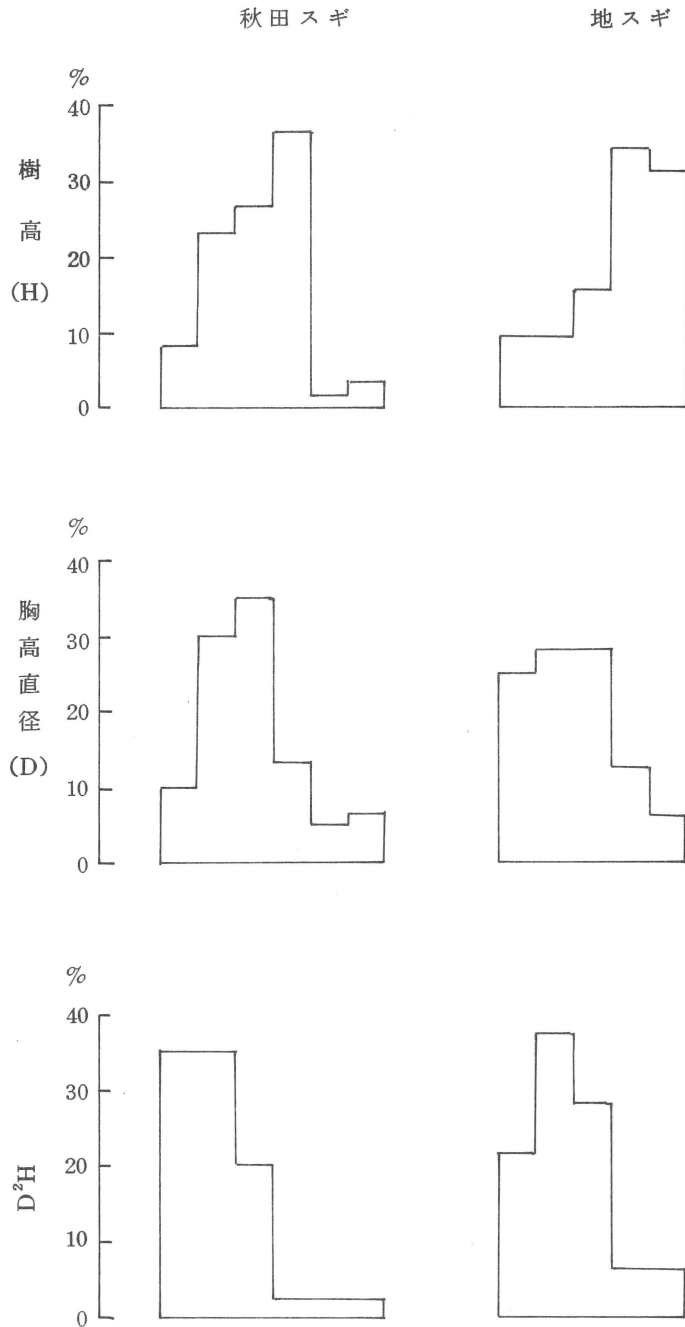


図6 頻度分布 (丹波)

この関係が成り立つことが知られている（依田：1971、四大学および信大：1966）。

ここでは、調査地ごとに秋田スギと地スギのそれぞれから、樹高、胸高直径とも平均的な生長を示している個体を2本ずつ、合計12本伐採し、樹幹解析を行った。樹幹解析により求めた材積と D^2H により相対生長式を求めた。

図7は、 D^2H と材積の相対生長関係を示したものである。

相対生長式は、 $Y = 0.4019 X + 0.0031$

（Y：材積、X： D^2H ）

で、相関係数は0.9784と著しく高かった。

植物の生長は指数関数的に成長するものと考えられており、相対生長式は両対数で示すのが一般的であるが、ここでは測定範囲が狭いので真数で示した。

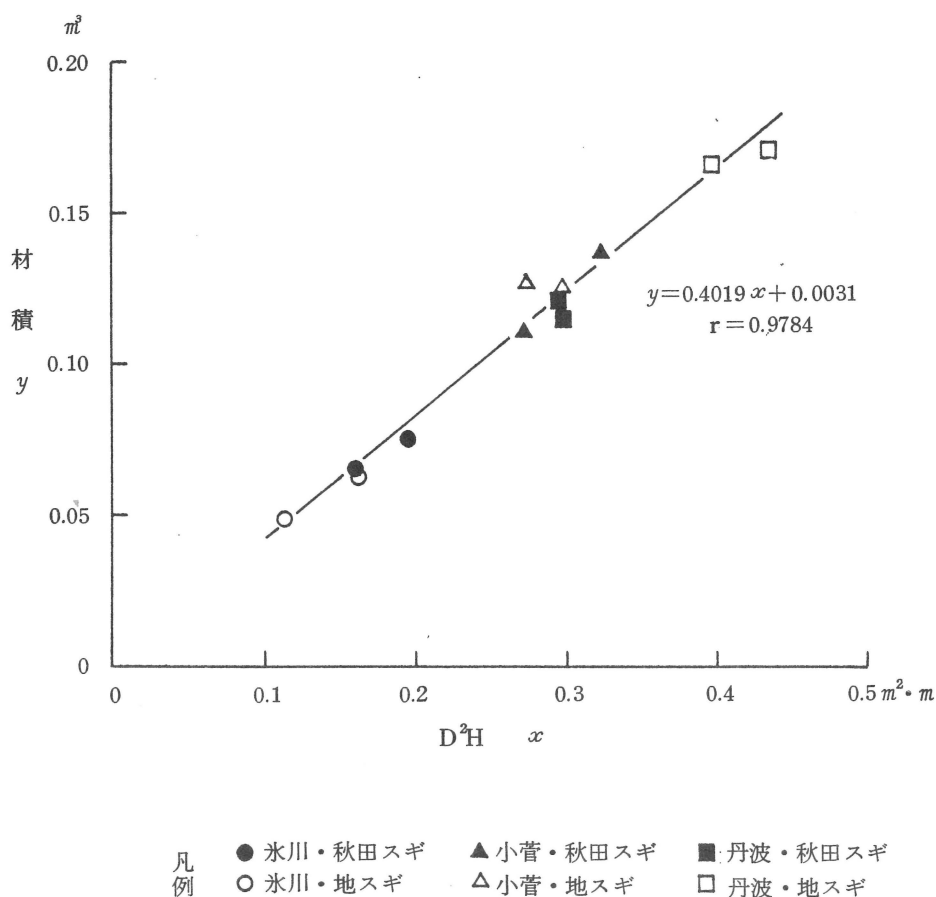


図7 D^2H と材積の関係

なお、先に述べた材積は、ここで示した相対生長式により求めた材積である。

(2) 調査地別結果

氷川

図8は、樹高の総生長量と平均生長量を示したものである。生長経過を総生長量で見ると、秋田スギは地スギに比べて、5年生までの初期生長は悪かった。しかし、10～15年生までは同等になり、20年生では秋田スギのほうが良い結果であった。また、この結果は平均生長量に端的に表われており、地

スギの樹高成長は10年生以降、平均生長量がほぼ平衡状態であったが、秋田スギでは15～20年にかけて上昇していた。

図9は、胸高直径の総生長量と平均生長量を示したものである。生長経過は、樹高生長とはほぼ同じ傾向であった。

すなわち、氷川の秋田スギは地スギに比べて林令が増すにしたがって、生長が良くなるものと考えられた。

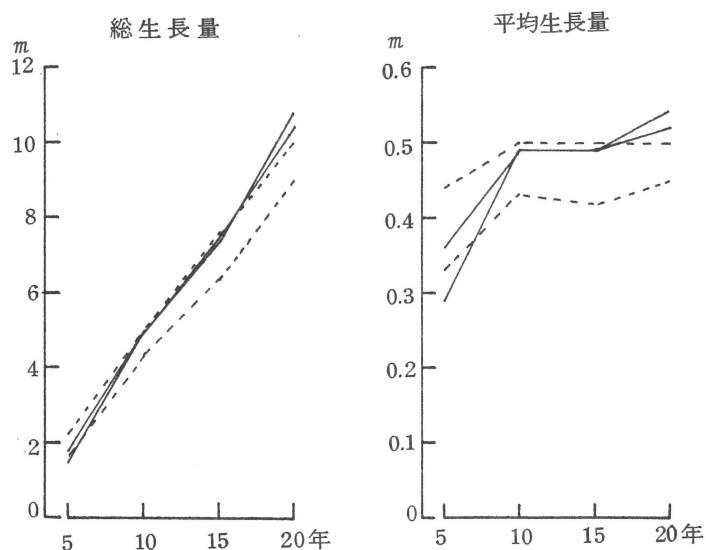


図-8 氷川の樹高の総生長量と平均生長量

凡例 ———：秋田スギ - - - - -：地スギ

(凡例は図13まで同じ)

小菅

図10は、樹高の総生長量と平均生長量を示したものである。総生長量を見ると、秋田スギは地スギに比べ10年生までの初期生長は悪かった。しかし、15年生以降では同等であった。平均生長量を見ると、地スギは林令に関係なく毎年60cm前後の生長を示したが、秋田スギは地スギに比べて5年生までは悪く、10年生でも55cmでやや悪かった。しかし、15年生以降は、地スギと同等であった。

図11は、胸高直径の総生長量と平均生長量を示したものである。総生長量をみると、秋田スギは地スギに比べて5年生までの初期生長は悪かったが、10年生以降では同等であった。平均生長量をみると、秋田スギは地スギに比べて5年生までの生長は悪かったが、10年生以降では差がみられなかった。また、秋田スギ、地スギとも平均生長量が15年生よりも20年生のほうが低下したのは、両林分とも18年生時に枝打ち作業を行ったためであると考えられた。

丹波

図12は、樹高の総生長量と平均生長量を示したものである。生長経過は、総生長量、平均生長量

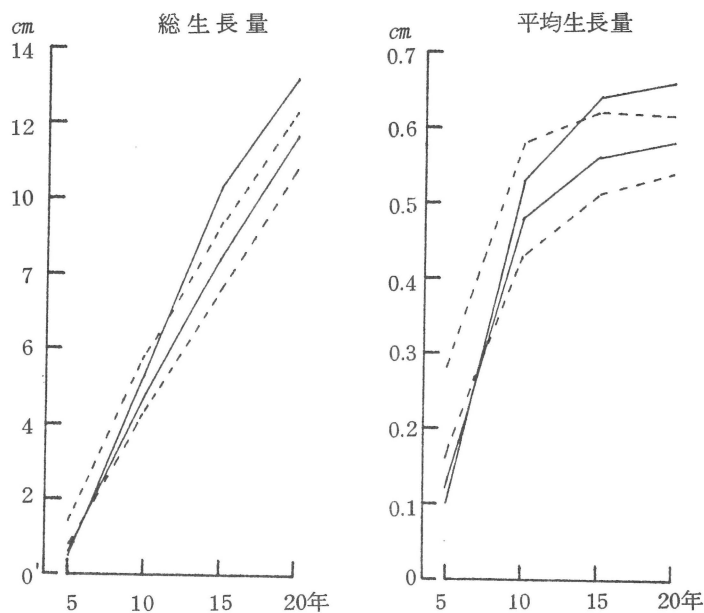


図9 氷川のスギの胸高直径の総生長量と平均生長量

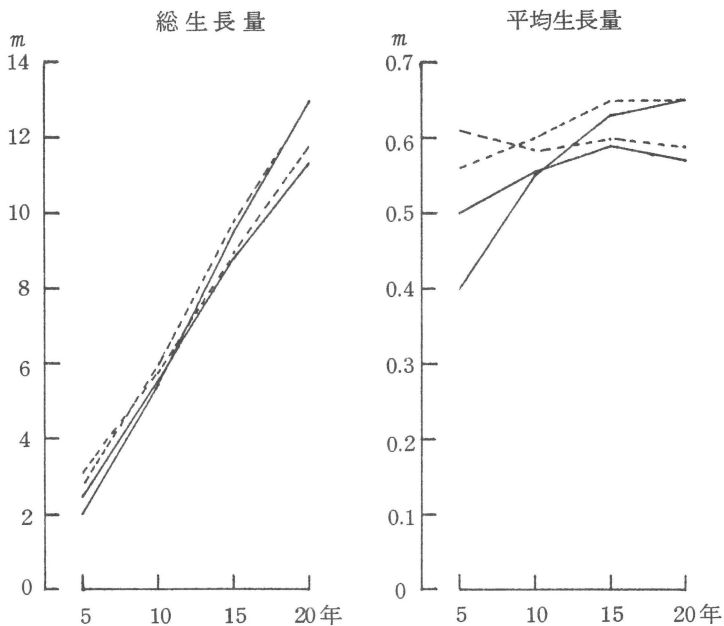


図10 小菅のスギの樹高の総生長量と平均生長量

とも秋田スギは地スギに比べ常に低い値であった。しかし、生長経過の傾向は類似していた。

図13は、胸高直径の総生長量と平均生長量を示したものである。生長経過は、樹高生長と同様、秋田スギは地スギに比べ常に低い値であり、傾向も類似していた。

丹波の地スギは、10年生の樹高が8m前後、胸高直径が10cm前後であり、初期生長の著しく良好な林分であった。

なお、参考資料として、詳細な樹幹解析図を図14～16に示した。

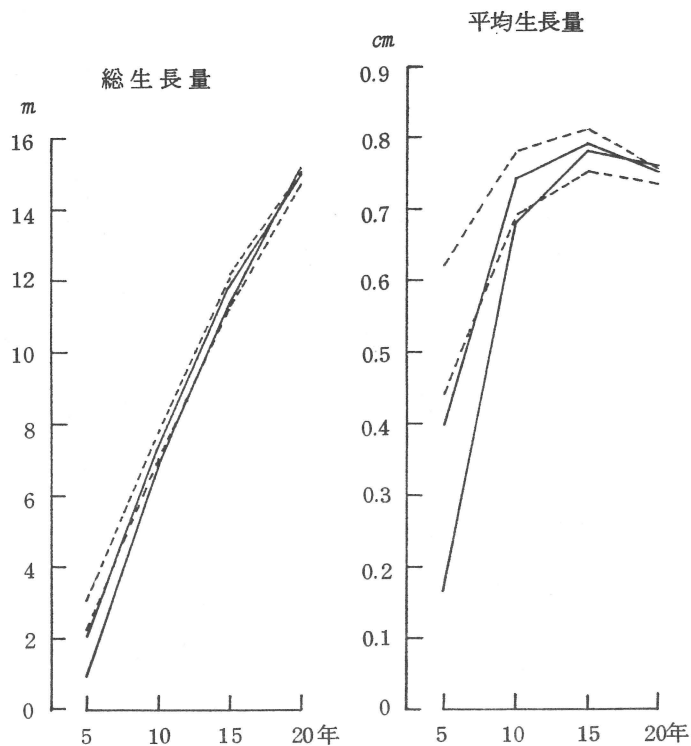


図-11 小菅の胸高直径の総生長量と平均生長量

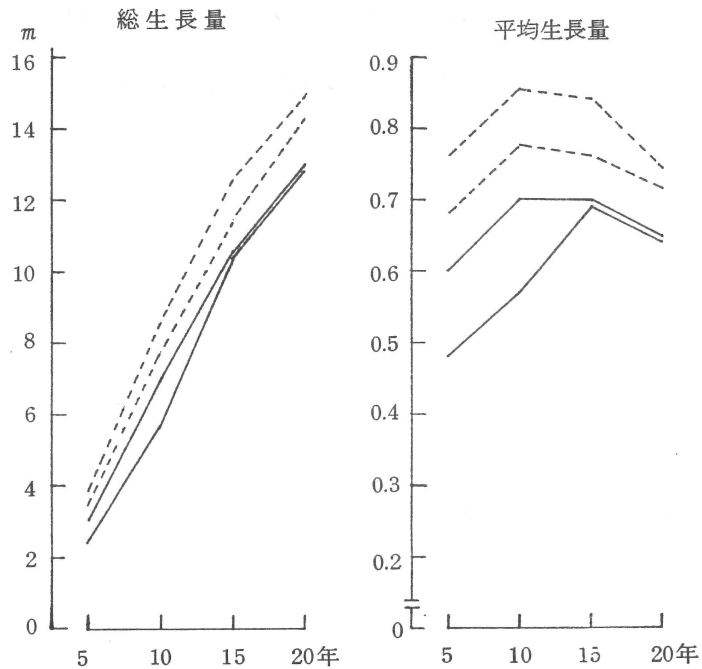


図-12 丹波の樹高の総生長量と平均生長量

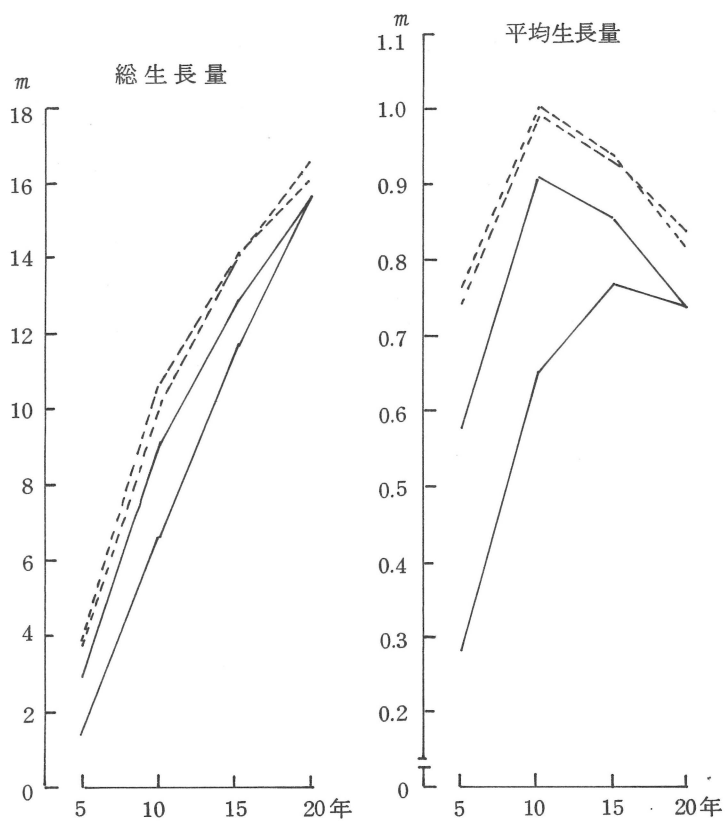


図-13 丹波の胸高直径の総生長量と平均生長量

6. 摘 要

比較的標高の高い地域に植栽された秋田スギの20年生林分を対象に、林分調査と樹幹解析による生長経過を地スギの林分と比較しながら調査し、秋田スギ造林の可能性を検討した。

調査地域は、多摩川上流の東京都水道局水源林事務所管内の氷川、小菅、丹波の3ヶ所の林分である。

林分調査の結果、秋田スギと地スギの生長の違いは調査地によって異なり、一定の傾向を示さなかった。調査地間の比較では、立地環境や拡大造林や再造林と違いなどによって生長差がみられたように思われた。

平均木を樹幹解析した結果をみると、秋田スギは地スギに比べて初期生長は悪いが、林令を増すに従って生長が良くなる傾向を示し、秋田スギは晩生型の生長を示す種類であると考えられた。

これらのことから、秋田スギは、多摩川上流の比較的標高の高い地域での造林には可能性のある種類であると思われた。しかし、単一品種の造林については、気象害や病害虫など諸害に対する耐性を考慮した場合、造林面積が過大にならないように注意する必要がある。

また、最終的には利用材が得られた段階で、材質などについても検討する必要があると思われるが、20年生の林分をみるかぎり、比較的健全に生育しており、今後の生育状況をみまもって行きたい。

7. 参考文献

四大学（北大、東大、京大、大阪市大）および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究、

第3報、スギ人工林の物質生産について、P P 63、日本林業技術協会、1966.

依田恭二：森林の生態学、P P 318、築地書館、1971.

穂積和夫：植物の相互作用、P P. 124、共立出版、1973

西垣休広・松尾健次・村上 崇：東京都三多摩地域スギの林分収穫表、P P. 12. 東京都経済局
農林水産部林務課、1976

宮島 寛：新版スギのすべて、127、全国林業改良普及協会、1983

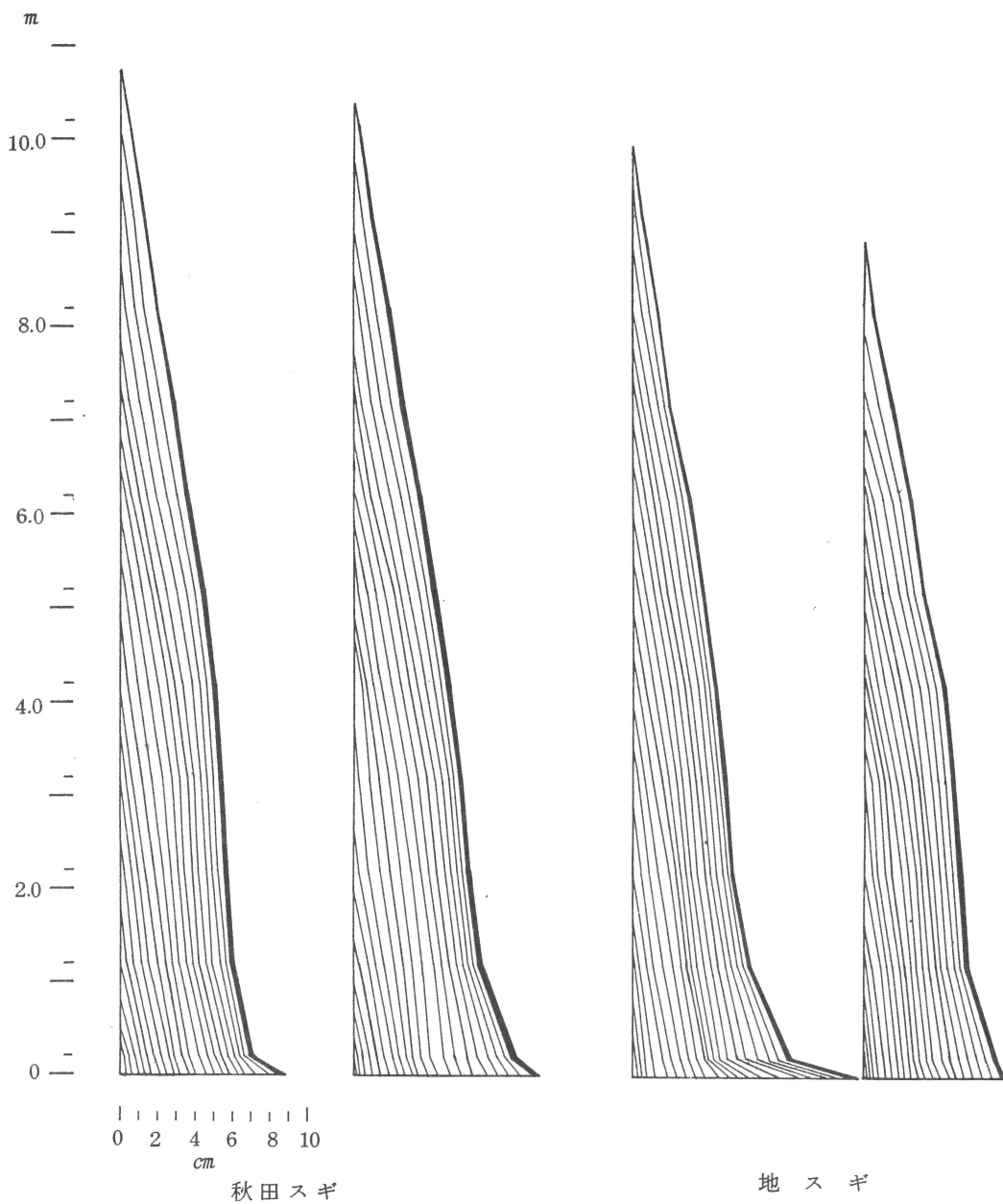


図14 樹幹解析図（氷川）

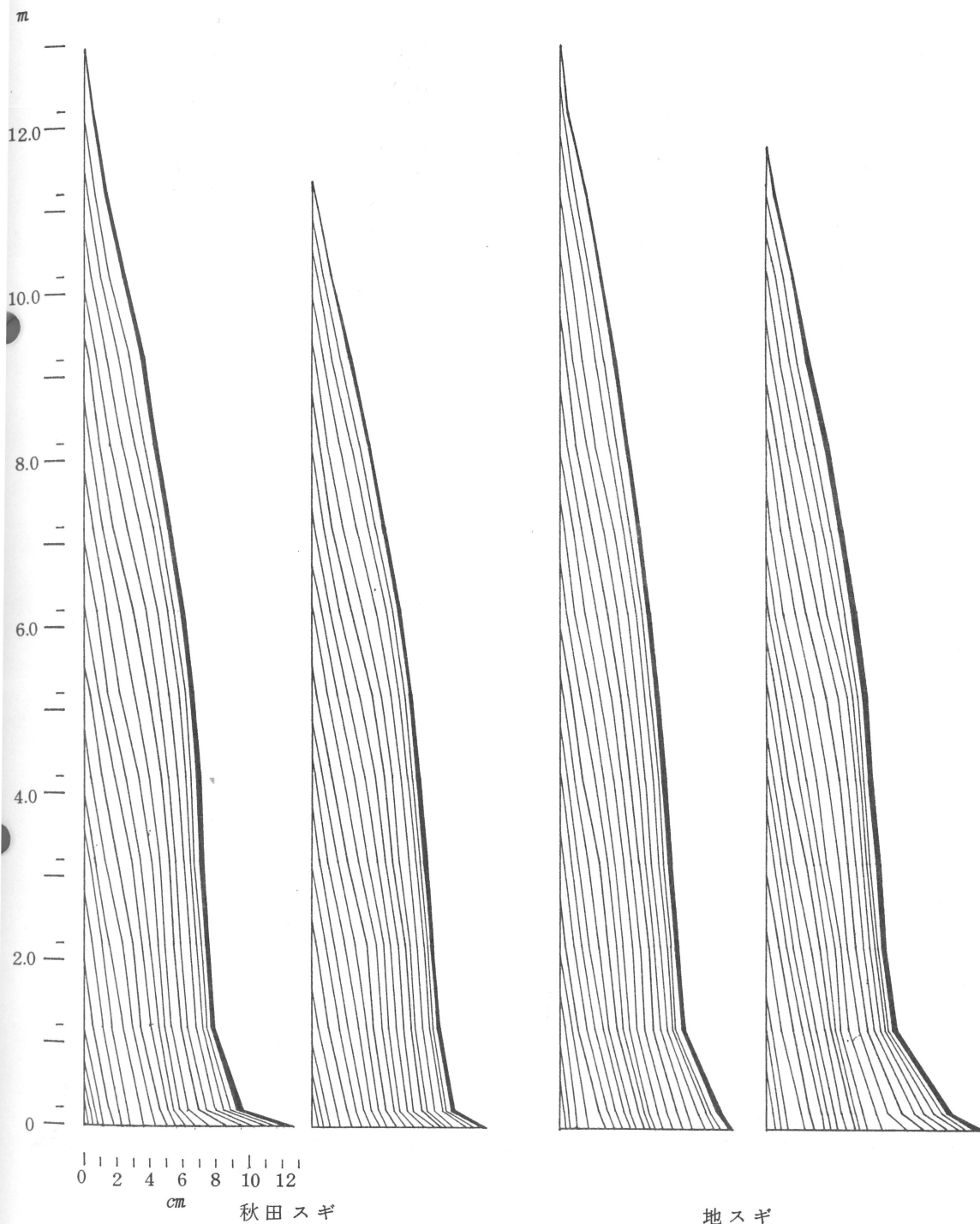
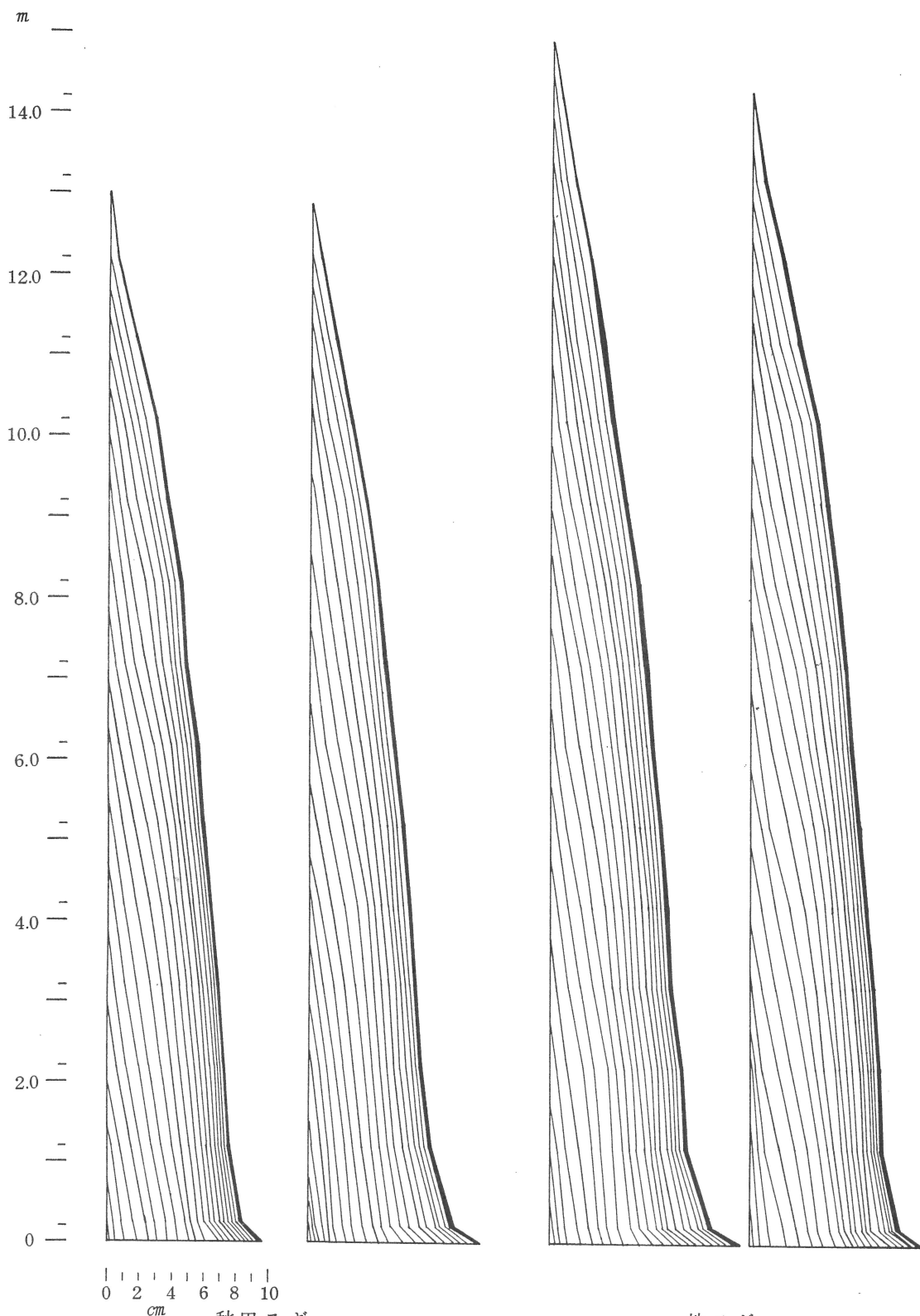


図-15 樹幹解析図(小菅)



秋田スギ

図-16 樹幹解析図(丹波)

地スギ